

# Utilização de peixes em águas residuárias — uma revisão bibliográfica

Carlos Eduardo Matheus (1)

É enorme a biomassa que se desenvolve nas lagoas de estabilização, principalmente na forma de algas. Várias pesquisas têm sido conduzidas em diversas partes do mundo, no sentido de utilizar essa massa de algas, pois elas constituem importante fonte de alimento protéico, chegando a ser mais que 50% (em peso seco) a proporção de proteínas existentes nesses organismos (Branco, 1972).

Ainda segundo esse autor, "considerando-se que, além disso, a produção por área é também muito maior que a de qualquer planta cultivada (pois é uma produção contínua durante o ano todo, ao passo que as plantas cultivadas são colhidas apenas uma ou duas vezes por ano), o emprego desses seres, como fonte de proteínas, pode tornar-se altamente compensador".

Os estudos pioneiros de Oswald (1962) demonstraram que o cultivo contínuo e colheita de fitoplâncton desenvolvidos em resíduos (material de esgoto) alcançou rendimentos protéicos dez vezes superiores ao da soja, o maior produtor agrícola de proteína. Mais recentemente, o rendimento protéico de algas originadas em resíduos orgânicos tem sido aumentado para cerca de 50 vezes o rendimento da soja (Shelef et alii em 1978, citado em Edwards et alii, 1981a). Por outro lado algumas pesquisas têm revelado que a colheita econômica de algas tem sido um difícil problema, já que as células minúsculas de algas estão dispersas no meio líquido conforme citação de Oswald & Golueke, 1968 In Edwards et alii, 1981a) o que torna o processo inviável, principalmente em países pobres. Desta for-

ma, no presente estágio da tecnologia, é considerada bastante complicada e provavelmente antieconômica a colheita de algas desses ambientes eutróficos para a produção de proteínas (Silva & Mara, 1979).

Uma das maneiras exequíveis da exploração das proteínas existentes nas algas é o cultivo de peixes fitoplanctófagos. Desta forma, seria possível a utilização da energia molecular armazenada nas algas, através do consumo de carne de peixes.

De acordo com Wohlfarth (1978, citado em Edwards, 1980), um processo eficiente seria a exploração dos resíduos orgânicos através de sua reciclagem em peixes, sempre que possível, já que peixes cultivados desta forma podem ser a fonte mais barata de produtos animais. O fitoplâncton originado nos resíduos orgânicos pode ser usado como alimento pelos peixes, os quais filtram as algas da água. Dessa forma, as microalgas poderiam ser convertidas diretamente em tecido de peixes, os quais podem ser facilmente capturados e utilizados (Edwards, 1980). Segundo experiências conduzidas por esse pesquisador, rendimentos calculados de 20 t/ha/ano foram obtidos em período de três meses de cultivo.

Resíduos orgânicos animais e domésticos têm sido tradicionalmente usados para fertilizar tanques de criação de peixes, em diversos países da Ásia e Europa (Hickling, 1971; Bardach et alii, 1971). Edwards (1980), fez um amplo estudo sobre reciclagem de resíduos orgânicos para produzir peixes, reunindo relevante quantidade de dados e informações sobre esta atividade, principalmente na Ásia.

É muito comum, nos países orientais, a existência de sistemas integrados de cultivo de peixes consorciados com animais domésticos (Pullin &

Shehadeh, 1980). Em tais instalações, animais (aves, suínos etc...) podem ser criados sobre os tanques ou em suas margens, sendo que os peixes se utilizam dos restos de sua alimentação, bem como de suas excretas, aumentando conseqüentemente o rendimento e a produtividade biológica da água. Alimentação suplementar e fertilizantes não são necessários e o custo dos insumos é, portanto, reduzido.

Há séculos, na Ásia, são utilizados excrementos de seres humanos para fertilização de tanque de peixes. Os chineses praticam este tipo de atividade em grande escala, mas há poucos dados específicos disponíveis (FAO, 1977 e 1978, citado em Edwards, 1980). Mais informações, todavia, são encontradas em relação a Formosa. Neste país, Tang (1970) registrou produções de peixes da ordem de 6.893-7.786 kg/ha/ano, em tanques nos quais resíduo humano foi o principal fertilizante. Huang (1968) obteve rendimentos variando de 9.200 a 11.000 kg/ha/ano em tanques recebendo água contaminada com dejetos humanos. Em 1972 e 1976, McGarry [citado em Edwards, 1980], relata que, em Formosa, o lixo e excrementos humanos, recolhidos pelos coletores municipais, são adquiridos pelos fazendeiros para alimentar tanques de peixes.

Em 1978, de acordo com Wohlfarth, já citado, os chineses produzem cerca de 2/3 da quantidade de peixes do mundo, 2,25 milhões de t em tanques recebendo matéria orgânica: resíduo humano, esterco animal, farelo de arroz e vários materiais coletados na vizinhança dos tanques, como capim por exemplo.

Buck et alii (1978) relata que lagos e outros reservatórios na China comumente possuem latrinas e pocilgas em suas margens, as quais fertilizam a

(1) Biólogo do CRHEA-Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, do Departamento de Hidráulica e Saneamento, da Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

água para produção de alimento na forma de peixes, ao mesmo tempo que servem como um efetivo sistema de tratamento de resíduos.

Outra região asiática onde o resíduo humano é reciclado em peixes, de uma maneira significativa, é a parte ocidental de Bengala, Índia. Nesse local, parte do resíduo bruto de Calcutá é usado como fertilizante, em cerca de 2.500 ha de tanques de peixes. A piscicultura, nesses tanques, começou em 1930, consistindo de um grande número de tanques de vários tamanhos, alimentados por gravidade a partir de dutos que partem do canal principal que leva o esgoto de Calcutá para o oceano. Os peixes aí produzidos constituem uma importante parcela de suprimento de carne da cidade (Edwards, 1980).

Em adição à piscicultura comercial com esgotos do oeste de Bengala, pesquisas têm sido conduzidas, em várias partes da Índia, sobre reciclagem de resíduos humanos em peixes (Chatterjee et alii, 1967; Ghosh et alii, 1973, 1974, 1976; Krishnamoorthi et alii, 1975, 1976; Muthuswamy et alii, 1974, 1978).

No Ocidente, a utilização de peixes em lagoas enriquecidas com resíduos orgânicos domésticos já é uma prática muito difundida, principalmente na Europa. De acordo com Babbit & Baumann (1940), a cultura desses animais, com efluentes de águas residuárias, tem sido praticada na Alemanha, onde lagoas são consideradas modelos de sucesso no desenvolvimento de peixes, a partir de resíduos orgânicos.

Oswald (1960), citado em Victoretti (1964), se refere a estudos de R. Von Schillinger e Edson Merkel, nos quais esses autores relatam a purificação de esgotos em lagoas contendo peixes, na Alemanha, há mais de 50 anos.

Noble (1975), trabalhando com carpas em efluente de águas residuárias da estação de tratamento de Ry Meads, Inglaterra, obteve excelentes resultados, sugerindo que esses peixes podem alcançar altos índices de produtividade, comparáveis a cultivos intensivos com alimentação suplementar. No mesmo local foram desenvolvidos estudos por White & Williams

(1978), os quais verificaram que algumas espécies de peixes, existentes nesse ambiente, se desenvolveram mais rapidamente que em outros lugares e a taxa de crescimento se igualou à das melhores populações de peixes da Europa.

Nos Estados Unidos da América, as primeiras experiências utilizando peixes em lagoas de estabilização tinham a principal finalidade de controlar mosquitos (Fitzgerald & Rohlich, 1958). Gloyna & Hermann (1957), afirmaram que nesse ano, no Texas, 46% das 108 lagoas de estabilização, entre existentes, continham peixes. Em 1972, McGarry & Durrani (citado em Edwards et alii, 1981b) demonstraram bom rendimento na produção de tilápias, em estudos preliminares, alimentando estes organismos com algas de efluentes de lagoas de estabilização. Tilápias foram também cultivadas com sucesso em lagoas fertilizadas com esterco de aves no Texas (Burns & Stic-kney, 1980), sem alimentação suplementar. Outras pesquisas sobre o uso intensivo de esterco animal para a produção de peixes têm resultado em expressivos rendimentos (Preto, 1980; Schroeder, 1980; Woynarovich, 1980).

Adicionalmente à desejável produção de peixes com a utilização de resíduos orgânicos e conseqüente aproveitamento protéico, deve ser considerada, com igual prioridade, a melhoria da qualidade do efluente.

Em 1974, Lin (citado em Buck et alii, 1978) propôs a exploração dos hábitos alimentares de certos peixes, como as carpas, por exemplo, para purificar águas residuárias municipais, como uma alternativa aos mais dispendiosos sistemas de tratamento convencionais. Carpenter et alii (1974) obteve qualidade de efluente significativamente mais alta empregando *Tilapia nilotica* e outros peixes, em sistemas de lagoas de estabilização.

De acordo com Schroeder (1975), melhoramentos significativos na qualidade da água foram alcançados pela estocagem de peixes em lagoas de estabilização para tratamento de resíduos domésticos. Em experiências onde introduziu peixes em lagoas de estabilização esse pesquisador verificou que a adição de peixes à lagoa correu para a redução das populações

de plâncton e bentos, aumentando a média do oxigênio dissolvido e elevando o pH. Todas essas alterações são favoráveis à efetividade da lagoa de tratamento de resíduos no que se refere à redução de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), coliformes fecais e remoção de nutrientes da água.

Em alguns países europeus, entre eles a Alemanha, desde longa data, vêm sendo utilizados tanques de criação de peixes para melhorar as condições dos efluentes de estações convencionais de tratamento de esgotos (Victoretti, 1964).

Conforme considerações anteriores, é muito desejável a utilização deste imenso potencial representado pelas lagoas de estabilização. Por conseguinte, pesquisas dirigidas a este campo devem ser encorajadas de forma a investigar-se novas alternativas de produção de alimentos, em conjunto com a melhoria das condições ambientais.

Em nosso país, infelizmente, existem poucos dados sobre a utilização de peixes em sistemas de lagoas de estabilização.

De certa forma, existe um razoável acervo de dados, mas concernente ao cultivo intensivo de peixes alimentados com resíduo orgânico animal, além de ração suplementar. Pesquisas desta natureza estão sendo realizadas em Viçosa (Prada & Hall, 1976) e outras localidades do Estado de Minas Gerais (Albuquerque Filho et alii, 1976, 1980). Outras informações semelhantes foram divulgadas pelo DNOCS-Departamento Nacional de Obras Contra as Secas onde cultivos consorciados de híbridos de *Tilapia nilotica* com *Tilapia hornorum* e com resíduo de suínos revelaram que esses peixes possuem capacidade de se alimentar diretamente dos excrementos de suínos (Da Silva et alii, 1975, citado em Lovshin, 1977). Neste aspecto, Maar (1956, citado em Jhingran & Sharma, 1980), registrou que fezes de suínos contêm 70% de alimento digerível para peixes.

As bases biológicas da utilização de resíduos de suínos em tanques de criação de peixes são discutidas em Woynarovich (1980), o qual faz referência às cargas orgânicas introduzidas e técnicas de distribuição de re-

síduo por área superficial dos tanques, procedimentos que visam evitar o risco de depleção de oxigênio dissolvido a níveis perigosos para a vida dos peixes.

No Brasil, estudos relacionados com peixes em lagoas de estabilização são encontrados em Matheus (1984).

Este trabalho, concluído recentemente, teve como principais objetivos estudar a biologia da espécie *Sarotherodon niloticus* (tilápia do Nilo) em lagoas de estabilização e a influência desse peixe no processo de tratamento biológico de resíduos orgânicos. Nesta pesquisa ficou demonstrado o alto poder de adaptação da espécie e sua viabilidade em ambientes de lagoas de estabilização. Além disso, ficou revelado o importante papel deste peixe como condicionador do funcionamento da lagoa, concorrendo para o melhor desempenho e maior estabilidade do sistema.

## Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE FILHO, G. C.; CAMPOS, E. J.; CAVALCANTI, S. S. & SAMPAIO, I. B. M. (1976). Emprego de fezes de suínos na alimentação de carpas (*Cyprinus carpio*, Linnaeus). Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais 28(2): 147-152.
- ALBUQUERQUE FILHO, G. C.; CARNEIRO, P. R. & FERREIRA, R. M. A. (1980). Emprego de fezes de aves na alimentação de Tilápias do Nilo (*Sarotherodon niloticus*). I: não sexadas. Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais 32(3): 457-462.
- BABBIT, H. E. & BAUMANN, E. R. (1940). Sewerage and Sewage Treatment. John Wiley & Sons.
- BARDACH, J. E.; RYTHER, J. H. & Mc LARNEY, W. O. (1972). Aquaculture. Wiley-Interscience — New York, 868p.
- BRANCO, S. M. (1972). Poluição. Ao livro técnico S. A. Rio de Janeiro — GB.
- BUCK, D. H.; BAUR, R. J. & ROSE, C. R. (1978). Utilization of swine manure in a polyculture of Asian North American Fishes. Trans. Am. Fish. Soc., 107(1): 216-222.
- BURNS, R. P. & STICKNEY, R. R. (1980). Growth of *Tilapia aurea* in ponds receiving poultry wastes. Aquaculture, 20 (2): 117-122.
- CARPENTER, R. L.; COLEMAN, M. S. & JARMAN, R. (1976). Aquaculture as an alternative wastewaters treatment systems. In: Biological Control of Water Pollution (Tourbier, J. & Pierson, R. W. ed.) pp. 215-224. University of Pennsylvania Press, Philadelphia. Pa.
- CHATTERJEE, S. M.; ARORA, B. K. & GUPTA, D. R. (1967). Some observation on utilization of sewage for fish culture in oxidation ponds. Indian J. Environ. Health, 9: 156-161.
- EDWARDS, P. (1980). A review of recycling organic wastes into fish, with emphasis on the tropics. Aquaculture, 21 (3): 261-279.
- EDWARDS, P. & SINCHUMPASAK, On-Anong & TABUCANON, M. (1981a). The harvest of microalgae from the effluent of a sewage fed high rate stabilization pond by *Tilapia nilotica*. Part 1: Description of the system and study of the high rate pond. Aquaculture, 23: 83-105.
- EDWARDS, P. & SINCHUMPASAK, On-Anong & TABUCANON, M. (1981b). The harvest of microalgae from the effluent of a sewage fed high rate stabilization pond by *Tilapia nilotica*. Part 2: Studies of the fish ponds. Aquaculture, 23: 107-147.
- FITZGERALD, G. D. & ROHLICH, G. A. (1958). An evaluation of stabilization pond literature. Sewage and Industrial Wastes, 30(10): 1213-1224.
- GHOSH, A.; BANERJEE, M. K. & RAO, L. H. (1973). Some observations on the cultural prospects of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes in sewage-fed ponds. J. Inland Fish. Soc. India, 5: 131-133.
- GHOSH, A.; RAO, L. H. & BENERJEE, S. C. (1974). Studies on the hydrobiological conditions of a sewage-fed pond with a note on their role in fish culture. J. Inland Fish. Soc. India, 6: 51-61.
- GHOSH, A.; RAO, L. H. & SAHA, S. K. (1976). Cultural possibilities of air-breathing catfish *Clarias batrachus* in domestic wastewaters. J. Inland Fish. Soc. India, 8: 151-152.
- GLOYNA, E. F. & HERMANN, E. R. (1957). Research Forum — Algae in waste treatment. Sewage and Industrial Wastes, 29 (4): 455-457.
- HICKLING, C. F. (1971). Fish culture. Faber & Faber, London.
- HUANG, T. N. (1968). Sewage for tilapia. IPFC Current Affairs Bull. n.º 51/52. April/August. p. 23-24.
- JHINGRAN, V. G. & SHARMA, B. K. (1980). Integrated livestock — fish farming in India. In: Integrated Agriculture — aquaculture farming systems (Pullin, R. S. V. & Shehadeh, Z. H. ed.) pp. 135-142. ICLARM Conference Proceedings 4, Philippines.
- KRISHNAMOORTHY, K. P.; ABDULAPRA, M. K.; SARKAR, R. & SIDDIQI, R. H. (1975). Productivity of sewage fertilized fish ponds. Water Research, 9(3): 269-274.
- KRISHNAMOORTHY, K. P.; ABDULAPRA, M. K. & RAO, A. V. J. (1976). Productivity of *Clarias batrachus* in the sewage fertilized fish ponds. Indian J. Environ. Health, 18: 292-298.
- LOVSHIN, L. L. (1977). Progress report on fisheries development in Northeast Brazil. Project AID/csd — 1152, Task Order 2, International Center for Aquaculture, Auburn Univ., Auburn, Ala.
- MATHEUS, C. E. (1984). Aspectos do Crescimento e Reprodução de *Sarotherodon niloticus* (Tilápia do Nilo) em Lagoas de Estabilização e sua Influência no Tratamento Biológico. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, SP 148p.
- MUTHUSWAMY, S.; GOVINDAN, S. & SUNDARESAN, B. B. (1974). Productivity of *Cyprinus carpio* in stabilization pond effluents. Indian J. Environ. Health, 16: 370-379.
- MUTHUSWAMY, S.; BASHA, C. J.; GOVINDAN, V. S. & SUNDARESAN, B. B. (1978). Fish polyculture in sewage effluent ponds. Indian J. Environ. Health, 20(3): 219-231.
- NOBLE, R. (1975). Growing fish in sewage. New Scientist, 259-261.
- OSWALD, W. J. (1962). The coming industry of controlled photosynthesis. Am. J. Publ. Health, 52: 235-242.
- PRADA, N. R. & HALL, A. B. (1976). Aproveitamento de estrume de suínos e bovinos na alimentação de *Tilapia rendalli* Boulenger. Rev. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, 5(2): 271-286.
- PRETO, M. (1980). Aproveitamento de las aguas e excretas de la explotación porcina para el cultivo de peces em Panamá. Rev. Latino Americana de Acuicultura. Lima, Peru 3: 29-33.
- PULLIN, R. S. V. & SHEHADEH, Z. H. (1980). Integrated agriculture — aquaculture farming systems. ICLARM Conference Proceedings 4, 258p, Philippines.
- SCHROEDER, G. L. (1975). Some aspects of stocking fish in waste treatment ponds. Water Research 9(5/6): 591-594.
- SILVA, S. A. & MARA, D. D. (1979). Tratamentos biológicos de águas residuárias: lagoas de estabilização. 1.ª ed. Abes. Rio de Janeiro.
- TANG, Y. A. (1970). Evaluation of balance between fishes and available fish foods in multispecies fish culture ponds in Taiwan. Trans. Am. Fish. Soc., 99: 708-718.
- VICTORERRI, B. A. (1964). Contribuição ao emprego de lagoas de estabilização como processo para depuração de esgotos domésticos. Tese de Livre Docência. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 150p.
- WHITE, R. W. G. & WILLIAMS, W. P. (1978). Studies of the ecology of fish population in the Rye meads sewage effluent lagoons. J. Fish. Biol., 13(4): 379-400.
- WOYNAROVICH, E. (1980). Utilization of piggery wastes in fish ponds. In: Integrated agriculture — aquaculture farming systems. (Pullin, R. S. V. & Shehadeh, Z. H. ed.) pp. 125-128. ICLARM Conference Proceedings 4, Philippines.